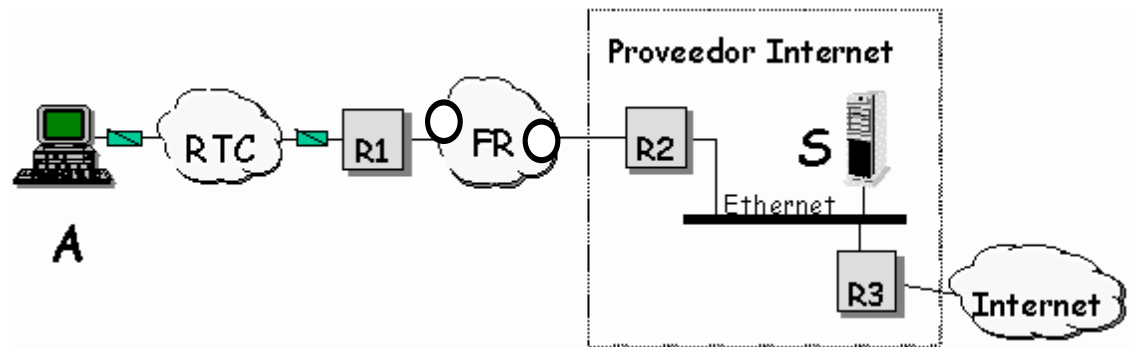


(2001-02-05-01)

La figura representa una configuración de red para acceder a Internet a través de la Red Telefónica Conmutada (RTC). El usuario final, representado por el terminal A, se conecta mediante un modem a la RTC, y establece una llamada al Centro de Servicio, representado por el router R1.



Una vez establecidos el nivel físico y el nivel de enlace, basado en el protocolo PPP, entre A y R1, se origina un diálogo entre ambos con el fin de autenticar al usuario y asignarle una dirección IP.

A partir de este momento, los datagramas generados por el terminal A se encaminan, a través de R1, por la red Frame Relay y el router R2, hasta llegar a la red local Ethernet del Proveedor de Servicios Internet (PSI), en la cual se encuentran un servidor de correo electrónico (S) y el router (R3) que proporciona el acceso a la red Internet.

Suponiendo que:

- El tiempo de establecimiento del nivel físico y del nivel de enlace (protocolo PPP) entre A y R1 es de 5 segundos.
- El proceso de autenticación (comprobación de nombre de usuario y contraseña) y asignación de dirección entre A y R1 implica un tiempo de 3 segundos.
- El modem telefónico sigue la norma V.90, que proporciona una velocidad de 33,6 kbps en sentido ascendente (de A a R1) y de 56 kbps en sentido descendente (de R1 a A). La Red Telefónica Conmutada (RTC) introduce un retardo de 2 miliseg.
- Los accesos, a nivel físico, a la red Frame Relay son de 64 kbps, con retardo de propagación nulo. Esta red introduce un retardo (t_{FR}) de 20 miliseg. por cada trama transmitida, como tiempo que transcurre desde que se recibe el último bit de la trama en el nodo de entrada hasta que el primer bit alcanza el nodo de salida.
- La red de área local del Proveedor de Servicios Internet es una 10 BASE T, con retardo de propagación despreciable.
- Las MTU (Maximum Transmission Unit) de las distintas redes, sin incluir cabeceras, son:
 $MTU_{RTC} = 1.500$ octetos; $MTU_{Frame\ Relay} = 5.000$ octetos;
 $MTU_{Ethernet} = 1.500$ octetos
- Las tablas ARP de todos los dispositivos implicados están actualizadas.

1. Un cliente de correo electrónico del ordenador A accede al servidor S y solicita, mediante un mensaje de petición, de 92 octetos de longitud total, el envío por parte del servidor de un fichero de su cuenta de correo que ocupa 2.000 octetos y que se envía en un único datagrama de usuario UDP.

Se quiere calcular el tiempo que transcurre desde que se envía la petición al servidor hasta que se reciben por parte de A todos los paquetes correspondientes al fichero solicitado, considerando que:

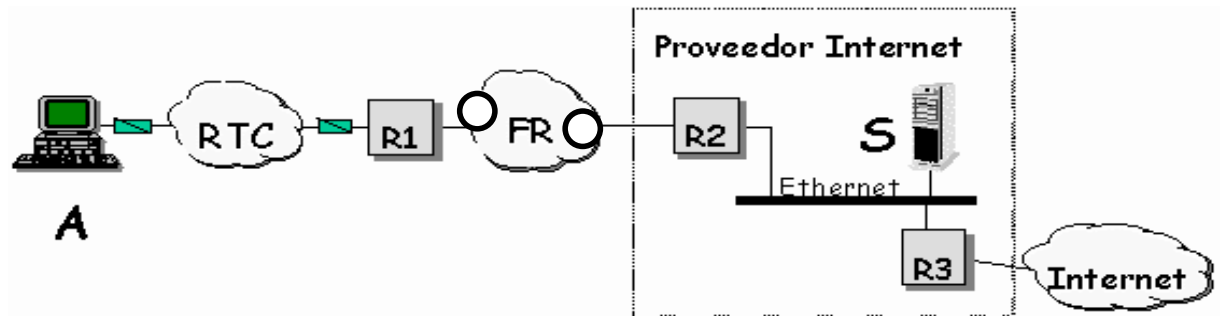
- . la conexión telefónica no está establecida
- . el protocolo de correo electrónico se soporta sobre UDP, como protocolo de nivel de transporte
- . la cabecera del mensaje de respuesta del envío de fichero por parte del servidor ocupa 60 octetos. Estos 60 octetos ya están incluidos en los 2000 del mensaje.

- a) Dibuje la torre de protocolos de los dispositivos: A, R1, R2 y S
 - b) Para los mensajes de petición y de respuesta de correo, represente el formato y tamaño de las diferentes Unidades de Datos de Protocolo que viajan por cada una de las tres redes (RTC, FR, Ethernet). Indique, además, dónde se realizan las fragmentaciones, caso de ser necesarias.
 - c) A partir del cronograma correspondiente, calcule el tiempo pedido.
2. El Proveedor de Servicios ha detectado un acceso creciente de sus usuarios a ciertos servidores de Internet que ofrecen servicios de vídeo bajo demanda. El flujo de este tráfico es tal que, en promedio, cada secuencia de vídeo recuperada genera 1,25 datagramas IP por segundo, con 2.000 octetos de datos por datagrama. Estos datagramas llegan a la red de proveedor a través de su acceso a Internet, por medio del router R3, y son encaminados hacia los usuarios a través de la red Frame Relay.

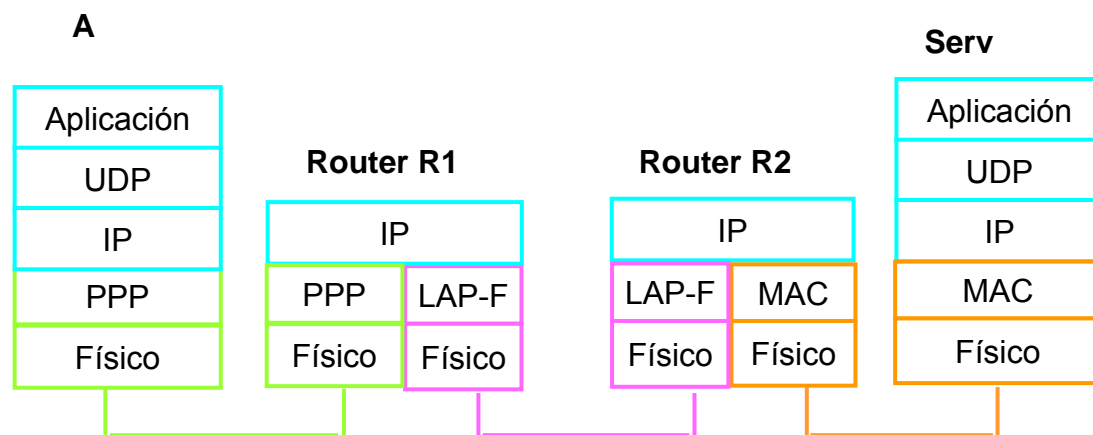
Pensando en dimensionar la red del proveedor para que soporte el acceso simultáneo a servidores de vídeo de al menos 200 usuarios, se pide:

- a) Calcular la capacidad de conmutación, en datagramas por segundo, que deben tener los routers R2 y R3 para soportar los 200 usuarios simultáneos.
- b) Si se quiere garantizar que los 200 usuarios accedan a los servidores sin problemas, en caso de que la red Frame Relay esté descongestionada, y que, si la red está congestionada, se garantice al menos el acceso de 100 de
- c) ellos, recomiende, de forma justificada, un valor para la velocidad de la línea de acceso entre R2 y la red Frame Relay y para los parámetros CIR (Committed Information Rate) y Be (Burst Excess Size) del circuito Frame Relay. Para estos parámetros, considere un tiempo de observación $T_c = 1$ segundo.

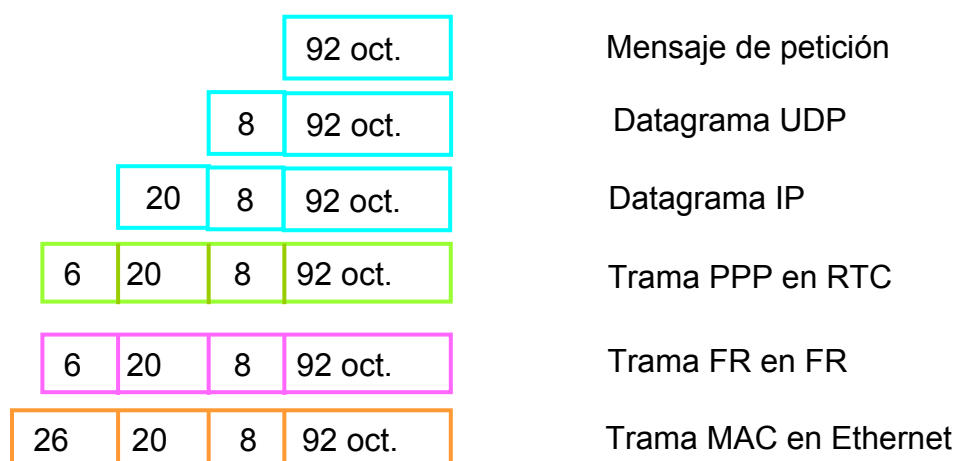
2001-02-05-01-S03



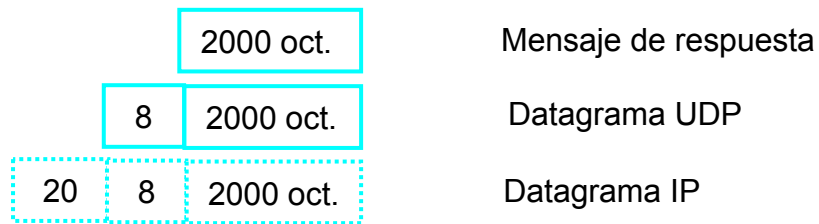
1.a) Las torres de protocolos de los dispositivos indicados son:



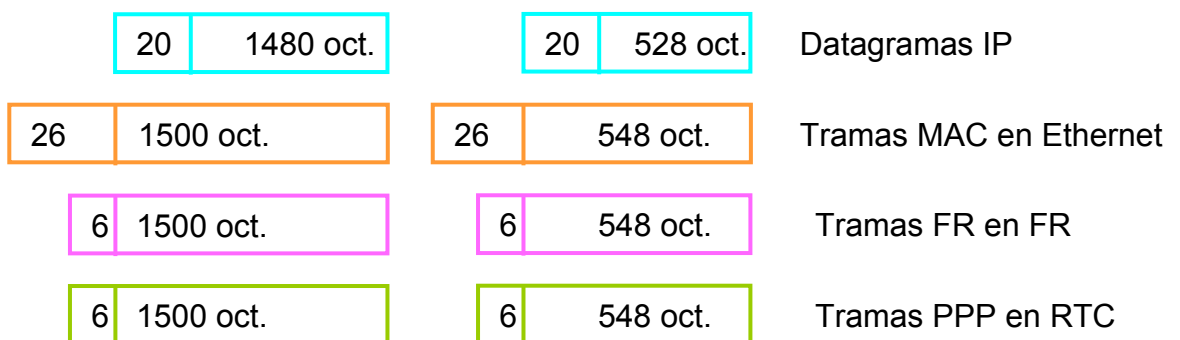
1.b) Los formatos de los mensajes de petición y respuesta para cada red son:



En este caso no hay que realizar ninguna fragmentación.



Este datagrama IP debe ser fragmentado por la capa IP del Servidor para adaptarse a la MTU de la red Ethernet y una vez fragmentado no se reensambla hasta el host destino

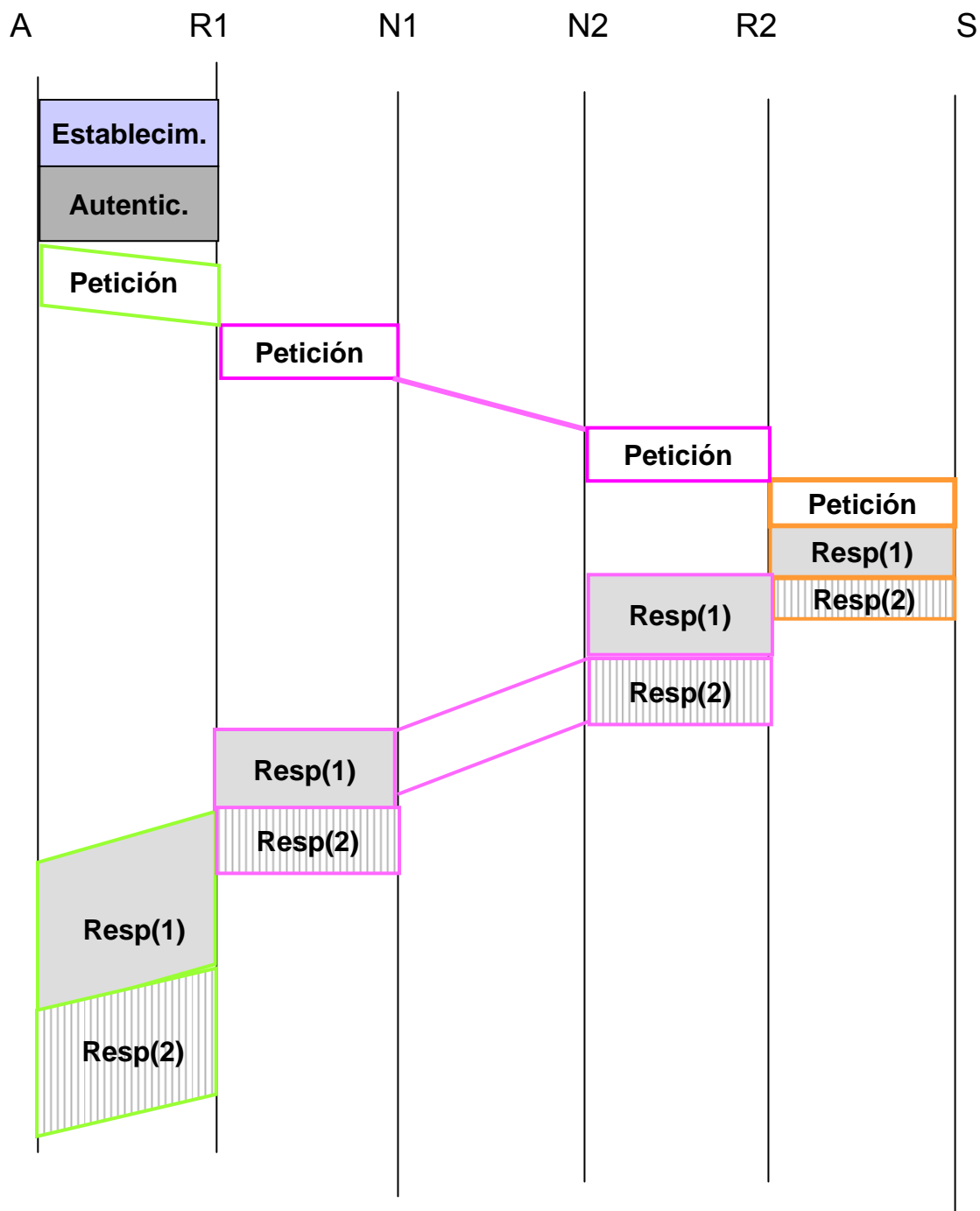


1.c) Para la realización del cronograma pedido hay que tener en cuenta:

- En la RTC antes de enviar la trama PPP conteniendo la petición hay que:
Establecer los niveles físico y de enlace (5sg)
Autenticar al usuario (3sg)
- En la RTC hay que considerar retardo de propagación(2 msg)
- En la re RTC las V_t dependen del sentido de la transmisión
- La red FR introduce un retardo de transferencia entre nodos (20 msg)

A partir de dicho cronograma puede calcularse el tiempo pedido:

$$\begin{aligned}
 T &= t. \text{ establ} + t. \text{ autentic.} + (t. \text{ pet (RTC)} + t. \text{ prop}) + (2 t. \text{ pet (FR)} + t_{FR}) + t. \text{ pet (Eth)} + \\
 &+ t. \text{ resp1 (Eth)} + (2 t. \text{ resp1 (FR)} + t_{FR}) + (t. \text{ resp1 (RTC)} + t. \text{ resp2 (RTC)} + t. \text{ prop}) = \\
 &= 5000 + 3000 + (30 + 2) + (15,75 + 20 + 15,75) + 0,0001 + 0,0012 + (188,25 + 20 + \\
 &+ 188,25) + (215,1 + 112,28 + 2) = 8,84 \text{ sg}
 \end{aligned}$$



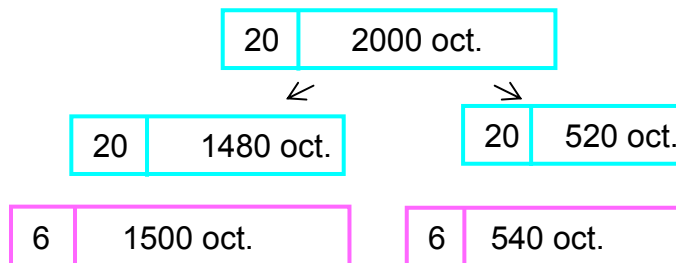
2.a) Con los datos dados la capacidad de conmutación de los routers debe ser :

- R3 $\rightarrow 200 \times 1,25 = 250$ datagramas/sg

Cada datagrama de 2000 octetos que entra en R3 debe ser fragmentado en dos datagramas :

- R2 $\rightarrow 250 \times 2 = 500$

2.b) Cada datagrama entrante por R3 da lugar a 2 datagramas IP, es decir a dos tramas FR:



La velocidad de la línea de acceso debe permitir transmitir la información generada:

$$V_t \geq 200 \times 1,25 (1506 + 546) \times 8 = 4.104.000 \text{ bps.}$$

Para garantizar el servicio a 100 usuarios en ausencia de congestión:

$$CIR = B_c \times T_c = 2.052.000 \text{ bps}$$

El acceso de los 100 restantes se realizará mediante la ráfaga en exceso:

$$B_e = 2.052.000 \text{ bps.}$$